

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ MICROLAN ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ СУШИЛОК-ГРАНУЛЯТОРОВ В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ

В.И. Замятин

Однопроводной интерфейс 1-Wire, разработанный в конце 90-х годов фирмой Dallas Semiconductor, регламентирован разработчиками для применения в трех основных сферах-приложениях:

- системы идентификации и контроля доступа (технология iButton или Touch Memory);
- программирование встроенной памяти интегральных компонентов;
- системы автоматизации (технология сетей MicroLAN).

Если первое применение широко известно на мировом рынке, а второе с успехом обеспечивает возможность легкой перестройки функций полупроводниковых компонентов с малым количеством внешних выводов, производимых фирмой Dallas Semiconductor, то системы автоматизации на базе шины MicroLAN только сейчас стали бурно развиваться, что связано, прежде всего, с резким расширением номенклатуры компонентов MicroLAN в последние годы.

Так в чем же особенности этого нового сетевого стандарта? В качестве среды для передачи информации по однопроводной линии преимущественно используется обычный телефонный кабель и, следовательно, скорость обмена в этом случае не велика. Однако, если внимательно проанализировать большинство объектов, требующих автоматизации, то более чем для 60% из них предельная скорость обслуживания в 16,3 Кбита/с. будет более чем удовлетворительной. А другие преимущества MicroLAN, такие как

- простое и оригинальное решение адресуемости абонентов,
- несложный протокол,
- простая структура линии связи,
- малое потребление компонентов,
- легкое изменение конфигурации сети,
- значительная протяженность линий связи,
- исключительная дешевизна всей технологии в целом,

говорят о необходимости обратить самое пристальное внимание на новый эффективный инструмент для решения задач комплексной автоматизации в самых различных областях деятельности, в том числе и в области фармацевтического производства.

Автоматизация фармацевтического производства лежит в плоскости автоматизации технологических процессов. В частности, при автоматизации сушилок-грануляторов в псевдоожигенном (кипящем) слое рассматриваются технологические процессы гранулирования и сушки, их параметры, способы интенсификации и уменьшения энергоемкости. Построение математической модели процессов из их физико-химических характеристик приводит к наиболее информативной и гибкой системе представления технологических процессов. Далее из параметров системы выбираются первичные параметры, и, исходя из требований к функциональности системы, строят алгоритмическую модель функционирования системы. При этом для получения первичных параметров системы используются определенные аппаратные средства – аппаратура мониторинга. Для осуществления управляющего воздействия на систему используется аппаратура управления технологическими параметрами. В свою очередь за взаимодействие данных категорий аппаратуры отвечает алгоритм управления системой управления технологическими процессами.

Рассмотрим детально принципы построения автоматических систем управления технологическими процессами (АСУТП).

Современные АСУТП строятся по иерархическому принципу. В идеале каждый уровень представляет гибкую подсистему, которую можно перестраивать в зависимости от технических требований. Например, система, состоящая из четырех уровней, включает в себя:

- Совокупности первичных датчиков, приборов и исполнительных устройств;
- Локальных сетей, включающих в себя один или несколько измерительно - управляющих контроллеров;
- Каналов связи, обеспечивающих связь между локальными сетями и диспетчерским пультом;
- Диспетчерский пульт.

Основные требования, предъявляемые к аппаратуре АСУТП, – это надежность, компактность, простота и точность. Технология MicroLan соответствует этим требованиям. MicroLAN представляет собой информационную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну линию данных и один возвратный провод. Таким образом, для реализации среды обмена этой сети могут быть использованы как доступные кабели, содержащие незранированную витую пару той или иной категории, так и обычный телефонный провод. Подобные кабели при их прокладке не требуют, как правило, наличия какого-либо специального оборудования. Ограничение максимальной длины однопроводной линии, реализуемое без специальных дополнительных вспомогательных устройств (повторителей), регламентировано на уровне 300 м.

Основой архитектуры сетей MicroLAN является топология общей шины, когда каждое из устройств подключено непосредственно к единой магистрали, без каких-либо каскадных соединений или ветвлений. При этом в качестве базовой используется структура сети с одним ведущим или мастером и многочисленными ведомыми.

Стандартная скорость работы сети 16,3Кбит/с. была выбрана, во-первых, с учетом обеспечения максимальной надежности передачи данных на большие расстояния, и, во-вторых, с учетом быстродействия наиболее широко распространенных типов микроконтроллеров, которые в основном должны использоваться при реализации ведущих устройств однопроводной шины.

С адресным пространством 2e56 сеть MicroLAN перекрывает все существующие сетевые стандарты. Благодаря встроенному сетевому контроллеру все приборы MicroLAN пригодны для использования в сети с момента своего выпуска. При производстве гарантируется уникальность сетевого адреса

для каждого выпускаемого прибора. В сети MicroLAN не существует опасности конфликта сетевых адресов и недостаточности адресного пространства.

Конфигурация любой сети MicroLAN может произвольно меняться в процессе ее работы, не создавая помех дальнейшей эксплуатации и работоспособности всей линии в целом, если при этих изменениях соблюдаются основные принципы организации однопроводной шины. Эта возможность достигается благодаря присутствию в протоколе 1-Wire интерфейса специальной команды поиска ведомых устройств (Поиск ПЗУ), которая позволяет быстро определить новых участников информационного обмена. Стандартная скорость отработки такой команды составляет около 75 узлов сети в секунду.

Пожалуй, особенно привлекательным качеством технологии MicroLAN является исключительная простота настройки, отладки и обслуживания сети практически любой конфигурации, построенной по этому стандарту. Действительно, для начала работы достаточно любого персонального компьютера, недорогого стандартного адаптера 1-Wire линии, а также свободно распространяемого фирмой Dallas Semiconductor программного пакета iButton-TMEX Viewer. При наличии этого небольшого числа составляющих контроль и управление сетью практически любой сложности, построенной на базе стандартных однопроводных компонентов, организуется буквально в течение нескольких минут.

Так, фирма Dallas Semiconductor разработала несколько контролеров для сопряжения 1-Wire линии с различными интерфейсами персонального компьютера:

- адаптер DS1490F предназначен для организации обмена между стандартной шиной USB и однопроводной сетью MicroLAN (рис. 1);

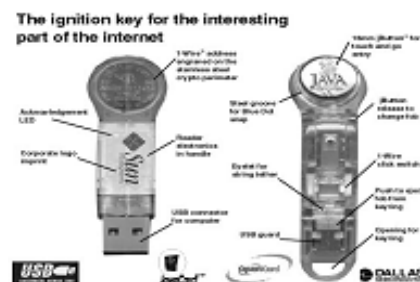


Рис. 1. Адаптер DS1490F.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ MICROLAN ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ СУШИЛОК-ГРАНУЛЯТОРОВ В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ

- адаптер COM-порта персонального компьютера DS9097U, используемый для организации на его базе мастера однопроводной линии MicroLAN (рис. 2);
- адаптера DS1410E, предназначенного для организации на базе параллельного LTP-порта персонального компьютера, мастера по обслуживанию приборов iButton.

Пакет iButton TMEX-Viewer позволяет с максимальным комфортом для разработчика идентифицировать любое из ведомых однопроводных устройств на линии MicroLAN и проверить в полном объеме правильность его функционирования в составе всей сети.

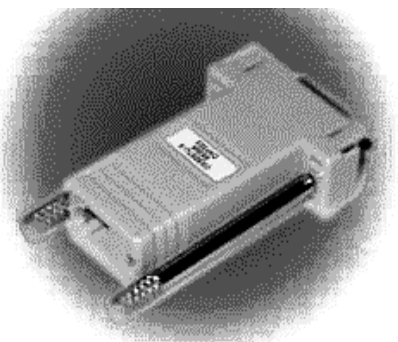


Рис. 2. Адаптер DS9097U.

Далее рассмотрим основные технические требования, предъявляемые к установкам сушки-гранулирования:

1. Смешивание, грануляция и сушка в одной машине;
2. Равномерная сушка без мертвых зон;
3. Использование впрыскивания через форсунки;
4. Очистка воздуха на входе и выходе;
5. Изготовление во взрывозащищенном исполнении;
6. Соответствие требованиям GMP;
7. Стабильность и точность температурного контроля;
8. Система автоматической очистки;
9. Высокая производительность;
10. Работа в автоматическом режиме;
11. Безопасность. [1]

Кроме выполнения данных требований, необходимо руководствоваться следующими принципами:

- Соблюдение требований экологии;
- Минимизация стоимости гранулирования и сушки, (т.е. уменьшение затрат энергии,

капитальных затрат, расходов на обслуживание и ремонт);

- Обеспечение технологичности процесса (учет факторов, касающихся, например, организации потоков движения материала и газа в системе) простоты обслуживания и ремонта, а также специфических требований (например, получение продукта с заданными дисперсностью, гранулометрическим составом, плотностью и прочностью частиц, получение непылящего продукта). [2]

Реализация пунктов 1-6 требований находится на уровне конструктивных решений, поэтому не представляет интереса с точки зрения автоматизации. Реализация пунктов 7-11 относится к задачам автоматизации и требует разработки программно-аппаратной части установки. Для выполнения данной части работы необходимо рассмотреть основные требования, предъявляемые к аппаратуре промышленных установок гранулирования и сушки по каждому пункту требований, а также варианты возможных реализаций.

За обеспечение стабильности и точности измерений отвечают первичные преобразователи. Выбор первичных преобразователей (датчиков) зависит от задач, поставленных перед разработчиком АСУТП. Для мониторинга требуются недорогие и надежные датчики. Слабым звеном в сборе информации являются датчики и каналы связи. Практика показала, что такие системы не обеспечивают должной надежности передачи данных (из-за помех, кратковременных отключений питания и т.д.). В результате непрерывный процесс мониторинга прерывается, что вносит существенные искажения в первичные данные. Также большинство применяемых на сегодняшний день датчиков вырабатывают аналоговый сигнал, который также искажается помехами. Поэтому устройства сети MicroLan, вырабатывающие цифровой код, значительно надежнее и помехоустойчивее, чем аналоговые устройства. Обеспечение температурного контроля в сушилке-грануляторе может выполнять целый ряд компактных, надежных и точных датчиков, например, датчик серии DS18B20 (рис. 3) позволяет измерять температуру в пределах от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$.

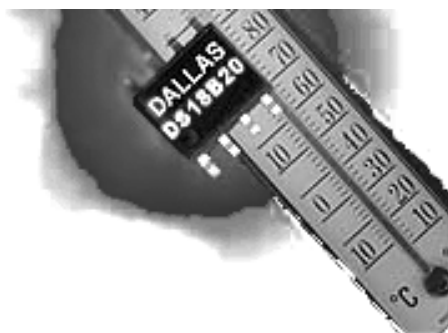


Рис. 3. Датчик серии DS18B20.

Программируемая пользователем разрешающая способность встроенного АЦП может быть изменена в диапазоне от 9 до 12 разрядов выходного кода. Абсолютная погрешность преобразования меньше $0,5^{\circ}\text{C}$ в диапазоне контролируемых температур от -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Максимальное время полного 12-и разрядного преобразования ~ 750 мс (при разрешении 12 разрядов). Особое внимание к себе привлекают «гибридные датчики». Так, при изготовлении пилотной установки нами был использован аналог прибора DSHS01K. Данный прибор является законченной ведомой 1-Wire-микросистемой для организации территориально рассредоточенного мониторинга температуры, влажности и освещенности. Данный прибор по измерению температурного параметра схож с прибором DS18B20, измерение влажности происходит в диапазоне от 0% до 100% с точностью 3%, измерение уровня освещенности колеблется в диапазоне от 0% до 100% с погрешностью 1%. Стоит отметить высокие эксплуатационные характеристики данного прибора и относительно низкую стоимость (около 30 долларов).

Высокая производительность сушилки-гранулятора может быть обеспечена за счет интенсификации процессов сушки и гранулирования. Повышение производительности за счет интенсификации процессов ведет к ухудшению эксплуатационных характеристик установки, а также к уменьшению уровня безопасности работы агрегатов установки. Это обстоятельство вынуждает повысить требования, предъявляемые к быстродействию и точности измерений всей системы автоматического контроля, так как несоблюдение технологических параметров при интенсификации процессов может привести к порче продукта, выходу установки из строя и даже взрыву. Повышение точности

измерений - легко осуществляемая процедура при использовании технологии MicroLan. Достаточно повысить разрядность внутреннего АЦП датчика или заменить его более точным. Повышение быстродействия системы можно получить за счет перехода на специальный ускоренный режим обмена (скорость Overdrive - до 142Кбит/с.), который допускается для отдельных типов компонентов при небольшой по расстоянию, качественной, не перегруженной другими приборами линии связи. [3]

Система автоматической очистки и работа в автоматическом режиме предполагает наличие специальных программно-аппаратных средств АСУТП. Система автоматической очистки предполагает наличие механизма очистки воздушных фильтров и внутренней камеры установки гранулирования и сушки. Основным требованием, предъявляемым к данной системе, является надежность и эффективность данного механизма, а также возможное взаимодействие, в зависимости от реализации, с агрегатами подачи газа и аппаратурой температурного контроля. Функционирование данной системы должно осуществляться в двух режимах: полной очистки и частичной в зависимости от текущего состояния производственного процесса, таким образом, данную систему можно назвать системой оперативного контроля. К режиму автоматической работы предъявляются жесткие требования. Данный режим должен четко соответствовать всем технологическим требованиям: быть безопасным, иметь возможность возобновлять прерванный процесс в случаях вмешательства человека, выключения электроэнергии или в других случаях. Безусловно, что данный режим должен иметь механизмы самотестирования оборудования установки и в процессе работы, при этом данный режим является частью системы оперативного контроля.

При построении комплекса аппаратуры управления исполнительными устройствами, такими как нагревательные тэны, воздушные заслонки, встряхиватели системы очистки и т.д., могут быть использованы устройства цифрового и аналогового контроля и управления, а также цифровые устройства коммутации, например, универсальный адресуемый транзисторный ключ DS2407 (рис. 4). Данный прибор является двухканальным с возможностью коммутации на возвратный проводник однопроводной

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ MICROLAN ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ СУШИЛОК-ГРАНУЛЯТОРОВ В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ

линии нагрузки с током потребления до 50 мА на предельном коммутируемом напряжении 13 В. Прибор может служить также в качестве датчика дискретного сигнала типа "сухой контакт" или датчика любого логического уровня. Максимально достижимая скорость передачи данных 16,3 Кбит/с. [3].

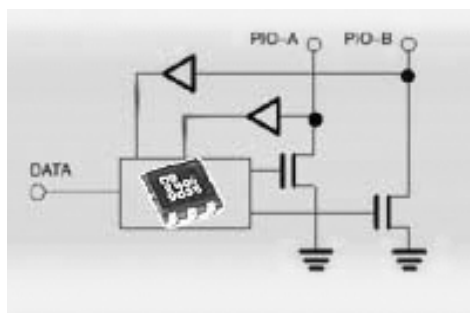


Рис. 4. Транзисторный ключ DS2407.

Управление данной аппаратной частью часто выполняет компьютер, хотя в качестве ведущего однопроводной шины может выступать простейший универсальный микроконтроллер. Для организации его сопряжения с сетью MicroLAN используются различные программно-аппаратные методы. При использовании ПК возникает проблема подготовки программного обеспечения для управления аппаратурой установки сушки-гранулирования. Эта проблема не представляется неразрешимой. Фирмой Dallas Semiconductor свободно распространяется профессиональный программный пакет разработчика iButton-TMEX SDK, являющийся универсальным средством для профессиональных программистов, который значительно упрощает процесс создания программ для обслуживания устройств с 1-Wire интерфейсом, подключенных через стандартные типы адаптеров к персональным компьютерам и к некоторым типам карманных компьютеров. Он содержит комплект отлаженных драйверов и утилит для реализации полномасштабного однопроводного протокола. В качестве среды взаимодействия с разработчиком пакет iButton-TMEX SDK использует специальный стандартизованный программный интерфейс API. Кроме того, с ftp-сервера компании Dallas Semiconductor свободно доступен ряд примеров реализации 1-Wire-протокола для некоторых, наиболее популярных, видов микропроцессоров, а также готовые библиотеки функциональных программных

модулей однопроводного интерфейса для различных программных платформ.

Безопасность системы в русле автоматизации MicroLan может быть обеспечена аппаратной частью, производящей оптический или сенсорный мониторинг наиболее опасных участков установки. Например, датчик DS2423 с оптическим или сенсорным интерфейсом может обеспечить необходимый мониторинг. Данный датчик имеет два счетчика внешних событий емкостью 32 разряда с доступом по однопроводной шине. Каждый из счетных входов имеет встроенную защиту и внутреннюю резистивную подтяжку к выводу питания прибора. Максимально достижимая скорость счета составляет около 2200 событий в секунду. На базе данного прибора возможно создание датчика скорости газового потока, аналогичного датчику, входящему в состав пакета 1-Wire Weather Instrument Kit, выпускаемого фирмой Dallas Semiconductor. Контроль технологических параметров, о которых речь шла выше, также является важным элементом, обеспечивающим безопасность.

При обзоре рынка фармацевтических сушилок-грануляторов в Интернете нами были выделены две основные ценовые группы. Это отечественные сушилки-грануляторы СГ-30, СГ-60, а также зарубежные аналоги YC-FBD-30, YC-FBD-60. Стоимость отечественной сушилки-гранулятора колеблется от 23000 до 27000 долларов в зависимости от комплектации. Стоимость импортной сушилки-гранулятора FBD-30 колеблется от 73000 до 75000 долларов [4]. В свою очередь, как зарубежные, так и отечественные производители используют собственные закрытые технические решения программно-аппаратной части для реализации мониторинга и управления технологическими параметрами. Закрытая реализация не дает внедрять новые технологии на производстве, а также модифицировать существующие решения. Производители данных сушилок-грануляторов используют сложные технические решения задач управления, что, в свою очередь, отражается на стоимости установок.

На наш взгляд, использование технологии MicroLan позволит значительно сократить финансовые и временные расходы на создание новых, более совершенных и недорогих программно-аппаратных комплексов управления производственными

процессами в сушилках-грануляторах и позволит сократить время создания программной части АСУТП. Мы уверены, что применение новой технологии наиболее соответствует стратегии развития производства и не станет тормозом при внедрении новых, более совершенных и гибких технологий. Данная технология позволит самим предприятиям развивать и подстраивать систему в процессе эксплуатации под различные режимы работы установки, а также переводить свои устаревшие системы на технологию MicroLan без радикальных изменений аппаратной части установки.

Применение технологии MicroLan не ограничивается фармацевтическим производством. Установка может быть более широко используема в химической промышленности. В частности, выдвинутая департаментом экономики химической, микробиологической и медицинской промышленности министерства экономики Российской Федерации стратегия развития химической и нефтехимической промышленности на период до 2005 года по экономии и снижению материальных (сырьевых) и топливно-энергетических ресурсов предполагает внедрение новых сушилок-грануляторов кипящефонтанирующего слоя на предприятиях-производителях фосфорных удобрений. Планируется снижение себестоимости продукции на 8-12% за счет снижения удельных расходов топлива и электроэнергии на 20-30%, металлоемкости в 15-20 раз, сокращения выбросов на 20-40% на одну установку. Объем финансирования

данного проекта около 30000 тысяч рублей [5].

На наш взгляд, использование технологии MicroLan и позволит сократить себестоимость продукции. Эксплуатация системы управления на базе технологии MicroLan предельно проста. Легкая настройка и диагностика сети, высокая помехозащищенность и низкая себестоимость эксплуатации сети, низкое потребление энергии - вот лишь несколько основных характеристик технологии MicroLan. Сокращение энергопотребления системой управления производственными процессами при переходе от технологий аналоговых каналов и локальных контроллеров на цифровую технологию MicroLan очевидна.

В заключение стоит привести ряд проектов, где использовалась технология MicroLan фирмой "Элин":

- Контроль параметров подсистемы водоохлаждения установки РАСПЛАВ-AW-200;
- Контроль температур холодных спаев термоэлектрических преобразователей стенда РАСПЛАВ-A-Salt;
- Организация нижнего уровня автоматизированной системы мониторинга хранилища ядерных материалов (проект) [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://onix-frm.narod.ru/>.
2. Муштаев В.И. Сушка дисперсных материалов. – М.:Химия., 1987, 184 с.
3. <http://www.elin.ru/>.
4. <http://www.alsi.ru/>.
5. <http://www.krata.tambov.ru/>.